

UNCLASSIFIED

when detached from enclosures

PATENT
Atty Dkt No. 47251-014

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Ulrich HARTMAN, et al.

Serial No.: 08/309,343

Group Art Unit: 2201

Filed: September 8, 1994

Examiner: T. Wesson

For: SEEKER FOR TARGET-TRACKING MISSILES

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

RECEIVED

OCT 10 1995

Sir:

LICENSING & REVIEW

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following country is hereby requested and the right of priority under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

German Appln. No. P 4 331 259.4, filed September 15, 1993.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original foreign application.

Respectfully submitted,



Watson T. Scott, Reg. No. 26,581

KECK, MAHIN & CATE
P.O. Box 06110
Chicago, IL 60606-0110
Washington, D.C. Telephone No.:
(202) 789-3400
Atty. Dkt. No.: 47251-014
Dated: October 10, 1995
MF:aye

UNCLASSIFIED

when detached from enclosures

amtlich geheimgehalten
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

SECRET
By Licensing Review



Geheim			
Tegob. Nr.		8/94	
Eng. W		33	
Ausdrück		2	
Geheim	V. Verh.	Dr.	St.
St.	St.	St.	St.

DECLASS
By Licensing & Review

Bescheinigung

Die Bodenseewerk Gerätetechnik Gesellschaft mit beschränkter Haftung in 88641 Überlingen hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

Sucher für zielverfolgende Flugkörper

am 15. September 1993 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig die Symbole F 41 G 7-22 und G 01 S 3-782 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

SECRET
By Licensing Review

Dokument No.
47251-014/4

München, den 08. August 1994
Der Präsident des Deutschen Patentamts

Im Auftrag

Aktenzeichen: P 43 31 259.4
-99-73/2/93 geh.-

GEHEIM

Patentanmeldung

Bodenseewerk Gerätetechnik GmbH, Alte Nußdorfer Straße 15
Überlingen (Bodensee)

Sucher für zielverfolgende Flugkörper

Die Erfindung betrifft einen Sucher für zielverfolgende Flugkörper mit einer in einer Flugkörper-Struktur über Kardanrahmen gelagerten elektro-optischen Sucherbaugruppe, die auf Zielstrahlung anspricht und Ablagesignale liefert und Stellmitteln zum Ausrichten der Sucherbaugruppe auf ein Ziel nach Maßgabe von Ablagesignalen.

Zielverfolgende Flugkörper enthalten einen Sucher mit einer Sucherbaugruppe, die Strahlung von einem Ziel empfängt und sich auf das Ziel ausrichtet. Die Sucherbaugruppe enthält ein abbildendes optisches System. Das abbildende optische System erzeugt ein Bild einer Objektszene in einer Bildebene. Detektormittel erzeugen Zielablagesignale. Durch diese Zielablagesignale werden Stellmittel angesteuert, welche die Sucherbaugruppe auf das Ziel ausgerichtet halten. Außerdem werden Lenkkommandos erzeugt, welche den Flugkörper auf das Ziel lenken.

Die Sucherbaugruppe muß dabei inertial stabilisiert und von den Bewegungen des Flugkörpers entkoppelt sein. Bei bekannten zielverfolgenden Flugkörpern sitzt das abbildende optische System auf einem kardanisch gelagerten Kreiselrotor. Dieser Kreiselrotor ist im Raum stabilisiert und von den Flugkörper-Bewegungen entkoppelt. Das abbildende optische System enthält einen Hohlspiegel, dessen optische Achse mit der Umlaufachse des Kreiselrotors einen kleinen Winkel bildet. Dadurch führt

DECLASSIFIED & Review
GEHEIM

amtlich geheimgehalten

DECLASSIFIED & Review
SECRET

5

das Bild der Objektszene in der Bildebene eine kreisende Bewegung aus. In der Bildebene ist eine Modulationsscheibe angeordnet. Hinter der Modulationsscheibe sitzt ein photoelektrischer Detektor. Aus den Signalen des photoelektrischen Detektors werden Wechselstrom-Signale abgeleitet, deren Amplitude von der Größe der Zielablage und deren Phase von der Richtung der Zielablage abhängt. Diese Signale werden auf Präzessions-Spulen aufgeschaltet, welche den Kreiselrotor umgeben. Der Kreiselrotor ist radial magnetisiert. Dadurch werden periodische Präzessions-Momente auf den Kreiselrotor ausgeübt, durch die der Kreiselrotor mit seiner Umlaufachse in Richtung auf ein erfaßtes Ziel präzediert wird. Bei bekannten Flugkörpern dienen diese Wechselstrom-Signale gleichzeitig zur Erzeugung von Lenksignalen für den Flugkörper.

Bei diesen bekannten Suchern ist der "Schielwinkel", also der Winkel zwischen der Umlaufachse des Kreiselrotors und der Längsachse des Flugkörpers begrenzt.

Es sind auch bildverarbeitende Sucherbaugruppen bekannt. Bei solchen bildverarbeitenden Sucherbaugruppen ist in der Bildebene des abbildenden optischen Systems, ähnlich wie bei einer Fernsehkamera, eine zweidimensionale Anordnung von Detektorelementen angeordnet. Die Detektorelemente sprechen auf infrarote Strahlung an. Durch Bildverarbeitung wird ein Ziel erkannt und eine Zielablage bestimmt.

Für hochmanövrierfähige Flugkörper sind Sucher erforderlich, die große Schielwinkel gestatten. Raumbedarf und Gewicht des Suchers sollen möglichst klein sein.

A Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Sucher für zielverfolgende Flugkörper so auszubilden, er bei geringem Raumbedarf und geringem Gewicht einen großen Schielwinkel ermöglicht.

DECLASSIFIED & Review
SECRET

DECLASSIFIED & Review
GEHEIM

amtlich geheimgehalten

GEHEIM
amtlich geheimgehalten

SECRET

6

Erfindungsgemäß. wird diese Aufgabe bei einem Sucher der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß

- 5 (a) die elektro-optische Sucherbaugruppe nur um eine Rollachse und eine dazu senkrechte Nickachse schwenkbar in der Struktur gelagert ist,
- 10 (b) Abgriffe zum Abgreifen der Drehwinkel der Sucherbaugruppe um die Roll- und Nickachse vorgesehen sind,
- (c) eine strukturelle, inertielle Sensoreinheit zur Messung der Drehgeschwindigkeiten um drei zueinander senkrechte Achsen vorgesehen sind,
- 15 (d) die Signale der Sucherbaugruppe, der Abgriffe und der Drehgeschwindigkeits-Sensoren auf einen Rechner aufgeschaltet sind, durch welchen ein Sucher-Referenzsystem mit drei Freiheitsgraden festlegbar ist, das
- 20 - von den Flugkörper- und Sucherbewegungen entkoppelt ist,
- dessen Rollbewegung null ist und
- 25 - das einem von der Sucherbaugruppe erfaßten Ziel nachgeführt wird, und
- (e) der Rechner weiterhin Mittel zur Erzeugung von Positionier-Kommandos für die Stellmittel nach Maßgabe der
- 30 Lage des Sucher-Referenzsystems aufweist.

Die Sucherbaugruppe ist somit nicht auf einem Kreiselrotor montiert sondern durch Stellmittel um zwei Rahmenachsen, nämlich die Roll- und Nickachse verstellbar. Dadurch, daß nur

35 zwei Rahmenachsen vorgesehen sind, wird die Rahmenanordnung relativ einfach, leicht und raumsparend. Durch die inertielle Sensoreinheit, z.B. zwei zueinander gekreuzt angeordnete,

GEHEIM
amtlich geheimgehalten

GEHEIM
amtlich geheimgehalten

SECRET

7

dynamisch abgestimmte Kreisel mit insgesamt vier Eingangsachsen, wird die Bewegung des Flugkörpers gegenüber dem inertialen Raum erfaßt. Aus der von der Sucherbaugruppe gelieferten Zielablage-Winkeln, den von den Abgriffen gelieferten Rahmenwinkeln und den von der inertialen Sensoreinheit gelieferten Bewegungen des Flugkörpers gegenüber dem inertialen Raum wird rechnerisch ein Referenzsystem definiert, das von den Nick, Gier- und Rollbewegungen des Flugkörpers entkoppelt ist, dessen x-Achse durch das Ziel verläuft und dem Ziel ständig nachgeführt wird und dessen Rollrate null ist. Die Sucherbaugruppe wird nach dieser x-Achse ausgerichtet. Aus der Bewegung des Referenzsystems im inertialen Raum werden Lenkkommandos abgeleitet.

Wenn die Sucherbaugruppe nur um zwei Rahmenachsen beweglich ist, dann tritt eine Singularität auf, wenn sich das Ziel nahe an der Rollachse vorbeibewegt. Wenn das Ziel auf der Rollachse liegt, ist die Position der Sucherbaugruppe um die Rollachse vollständig undefiniert. Bei Bewegungen des Ziels nahe an der Rollachse vorbei müßten zur genauen Zielverfolgung extrem hohe Stellgeschwindigkeiten kommandiert werden.

In weiterer Ausbildung der Erfindung enthalten daher die Mittel zur Erzeugung der Positionier-Kommandos eine Logik zur Fallunterscheidung und Auswahl eines von mehreren von speziellen Positionier-Kommandos bei Annäherung des Ziels an die Rollachse.

Dann können die Positionier-Kommandos bei Annäherung des Ziels an die Rollachse den jeweiligen Erfordernissen angepaßt werden, so daß keine Rahmengeschwindigkeiten kommandiert werden, die von den Stellmitteln nicht erreicht werden können und ein Zielverlust vermieden wird.

Zu diesem Zweck kann vorteilhafterweise die Logikschaltung so aufgebaut und angeordnet sein, daß

SECRET

GEHEIM
amtlich geheimgehalten

GEHEIM
amtlich geheimgehalten

8

SECRET

(a) auf die Logik ein Signal aufgeschaltet ist, das den Absolutbetrag der Winkelgeschwindigkeit des Zieles relativ zu dem Flugkörper darstellt, ein Signal das den Nickwinkel darstellt, und ein Signal, das die Zielablage darstellt,

5

(b) die Logik diese Signale derart verknüpft, daß

- das Positionier-Kommando um die Rollachse nur durch die maximal erreichbare Stellgeschwindigkeit begrenzt ist, wenn

10

-- der Nickwinkel einen oberen Nickwinkel-Schwellwert überschreitet oder

15 -- der Nickwinkel größer als ein unterer Nickwinkel-Schwellwert aber kleiner als der obere Nickwinkel-Schwellwert ist und der Absolutbetrag der relativen Winkelgeschwindigkeit größer als ein Winkelgeschwindigkeits-Schwellwert ist, oder

20

-- die Zielablage größer als ein oberer Zielablage-Schwellwert ist,

- das Positionier-Kommando eine Stellgeschwindigkeit null kommandiert, wenn

25

-- der Nickwinkel kleiner als der untere Nickwinkel-Schwellwert ist oder

30 -- der Nickwinkel größer als der untere Schwellwert und kleiner als der obere Schwellwert, der Absolutbetrag der relativen Winkelgeschwindigkeit kleiner als der Winkelgeschwindigkeits-Schwellwert und der Absolutwert der Zielablage kleiner als ein unterer Zielablage-Schwellwert ist, und

35

SECRET

GEHEIM
amtlich geheimgehalten

DECLASSIFIED
By [redacted] Review
GEHEIM
amtlich geheimgehalten

9

DECLASSIFIED
By [redacted] Review
SECRET

- das Positionier-Kommando in dem Bereich zwischen unterem und oberem Zielablage-Schwellwert in Abhängigkeit von der Zielablage progressiv ansteigt, wenn

5 -- der Absolutwert der relativen Winkelgeschwindigkeit kleiner als der Winkelgeschwindigkeits-Schwellwert ist und der Absolutwert der Zielablage zwischen dem unteren und dem oberen Zielablage-Schwellwert liegt.

10 Die Nachführung der Sucherbaugruppe um die Rollachse erfolgt in normaler Weise, wobei das Positionier-Kommando nur durch die maximale Stellgeschwindigkeit der Stellmittel begrenzt ist, wenn der Rahmenwinkel der Nickachse einen oberen
15 Ziel hinreichend weit von der Rollachse entfernt, liegt also außerhalb der Singularität. Wenn der Rahmenwinkel der Nickachse zwischen dem oberen und einem unteren Schwellwert liegt, dann wird geprüft, ob sich das Ziel relativ zum
20 Flugkörper schnell oder langsam bewegt. Bei einer schnellen Bewegung, wenn also der Absolutbetrag der relativen Winkelgeschwindigkeit größer als der Schwellwert ist, muß auch in diesem Fall eine Nachführung in üblicher Form erfolgen. Das gleiche gilt bei einer großen Zielablage im Gesichtsfeld der Sucherbaugruppe. Dadurch wird einem Zielverlust
25 entgegengewirkt.

Wenn jedoch der Rahmenwinkel der Nickachse kleiner ist als ein unterer Schwellwert von z.B. $0,05^\circ$, wenn also das Ziel ganz nahe an der Rollachse liegt, dann ist es besser, den
30 Rollwinkel unverändert zu lassen. Die Gefahr eines Zielverlustes, d.h. eines Auswanderns des Zieles aus dem Gesichtsfeld der Sucherbaugruppe ist dann gering. Der Rollwinkel wird auch unverändert gelassen, wenn der Rahmenwinkel der Nickachse größer als der untere Schwellwert
35 aber kleiner als der obere Schwellwert ist, der Absolutbetrag der relativen Winkelgeschwindigkeit klein ist und auch die Zielablage klein ist. In diesem Fall liegt das Ziel im

DECLASSIFIED
By [redacted] Review
SECRET

DECLASSIFIED
By [redacted] Review
GEHEIM
amtlich geheimgehalten

wesentlichen in der Mitte des Gesichtsfeldes
Sucherbaugruppe, das Ziel bewegt sich relativ zum Flugkörper
nur relativ langsam. Der Rahmenwinkel der Nickachse liegt in
einem mittleren Bereich. Auch hier ist die Gefahr eines
5 Zielverlustes gering.

Wenn schließlich der Rahmenwinkel der Nickachse im mittleren
Bereich zwischen den Schwellwerten liegt, die relative
Winkelgeschwindigkeit klein ist und auch die Zielablage im
10 mittleren Bereich zwischen dem unteren und dem oberen
Schwellwert liegt, dann ergibt sich ein Positionier-Kommando
um die Rollachse, das nach einer progressiven Funktion in dem
Wertebereich von dem unteren bis zu dem oberen Zielablage-
Schwellwert von der Zielablage abhängt. Die Funktion steigt
15 von null bis zu der maximalen Stellgeschwindigkeit an.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend unter
Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen näher erläutert.

B 20 Fig.1 zeigt einen Längsschnitt durch die Spitze eines
Flugkörpers mit einem infrarotempfindlichen Suchkopf.

Fig.2 zeigt einen Längsschnitt durch die Spitze des
Flugkörpers von Fig.1 senkrecht zur Papierebene von
25 Fig.1.

Fig.3 ist ein Funktionsschaltbild des Suchkopfes.

Fig.4 ist ein Funktionsschaltbild der Nachführschleife, durch
30 welche das Sucher-Referenzsystem durch die
Bildverarbeitung dem Ziel nachgeführt wird.

Fig.5 ist ein Funktionsschaltbild und zeigt die Bestimmung der
Richtungskosinusmatrizen aus den Kreissignalen.

Fig.6 zeigt den Regelkreis für den Schielwinkel sowie eine Logik zur Begrenzung der Stellsignale im Bereich der "Rahmensperre".

5 In Fig.1 und 2 ist mit 10 die Struktur eines Flugkörpers bezeichnet. An der Spitze des Flugkörpers sitzt ein für infrarote Strahlung durchlässiger Dom 12. Hinter dem Dom 12 sitzt in dem Flugkörper ein Suchkopf 14 mit einer Sucherbaugruppe 16. Die Sucherbaugruppe 16 sitzt in einem
10 Nickrahmen 18. Der Nickrahmen 18 ist um eine Nickachse 20 relativ zu einem Rollrahmen 22 verschwenkbar. Der Rollrahmen 22 ist um eine Rollachse 24 relativ zu der Struktur 10 des Flugkörpers verdrehbar. Der Nickrahmen 18 ist in Nickrahmen-Lagern 26 in dem Rollrahmen 22 gelagert. Der Nick-Rahmenwinkel
15 wird durch einen digitalen Nickrahmen-Abgriff 28 abgegriffen. Der Rollrahmen 22 ist in Rollrahmen-Lagern 30, 32 (Fig.1) gelagert. Der Roll-Rahmenwinkel wird durch einen Rollrahmen-Abgriff 34 abgegriffen. Der Nickrahmen 18 ist durch einen Nickrahmen-Stellmotor (Torquer) 36 verdrehbar. Der Rollrahmen
20 22 ist durch einen Rollrahmen-Stellmotor 38 verdrehbar. Mit 40 ist eine Schleifring-Baugruppe bezeichnet. Die Schleifring-Baugruppe überträgt Signale und Versorgungsspannungen von dem drehbaren Rollrahmen 22 zu einer strukturfesten Signalverarbeitung. Von dem Rollrahmen 22 werden Signale und
25 Versorgungsspannungen über eine Schleifringbaugruppe 42 auf den Nickrahmen 18 übertragen. Eine Drehkupplung 44 und eine Leitung 46 übertragen Kühlmittel von einem strukturfesten Kühlmittelbehälter zu einem in der Sucherbaugruppe angeordneten Kühler. Der Kühler kühlt in bekannter und daher
30 nicht im einzelnen dargestellter Weise eine Bildsensor der Sucherbaugruppe.

Strukturfest ist in dem Flugkörper eine Inertialsensor-Baugruppe 48 angeordnet. Bei dem dargestellten
35 Ausführungsbeispiel ist die Inertialsensor-Baugruppe 48 von zwei dynamisch abgestimmten Kreiseln 50 und 52 gebildet, deren Drallachsen gekreuzt zueinander angeordnet sind. Jeder der

dynamisch abgestimmten Kreisel 50 und 52 ist in bekannter Weise zweiachsig mit zwei zueinander und zu der Drallachse senkrechten Eingangsachsen. Die Inertialsensor-Baugruppe 48 liefert Drehraten des Flugkörpers um drei zueinander senkrechte Achsen.

Weiterhin sitzt in dem Flugkörper die Elektronik 54 für die Verarbeitung der Daten.

Fig.3 ist ein Funktionsschaltbild des Suchkopfes.

Die elektro-optische Sucherbaugruppe 16 sitzt in der Roll-Nick-Rahmenanordnung 55 mit dem Rollrahmen 22 und dem Nickrahmen 18.

Die Inertialsensor-Baugruppe 48 ist in Fig.3 als Block dargestellt. Die Inertialsensor-Baugruppe 48 liefert Sensorsignale an eine Sensor-Signalverarbeitung 56. Das ist durch die Verbindung 58 dargestellt. Die Sensor-Signalverarbeitung 56 liefert Fesselströme an die Inertialsensor-Baugruppe 48. Das ist durch die Verbindung 60 dargestellt. Die Inertialsensor-Baugruppe 48 und der Sensor-Signalverarbeitung 56 können etwa nach Art der US-A-4 823 626 oder der DE-A-36 21 953 zusammenwirken. Die Sensor-Signalverarbeitung 56 liefert Inertialdaten an einem Ausgang 62.

Die Roll-Nick-Rahmenanordnung 55 liefert an dem Nickrahmen-Abgriff 28 und dem Rollrahmen-Abgriff 34 die Rahmenposition in Form von Rahmenwinkeln.

Die elektro-optische Sensorbaugruppe 16 enthält einen gekühlten, infrarotempfindlichen Bildsensor 64 und ein abbildendes optisches System 66. Der Bildsensor 64 enthält in bekannter Weise eine zweidimensionale Anordnung von infrarotempfindlichen Detektorelementen. Das optische System erzeugt ein Infrarotbild einer Objektszene auf dem Bildsensor

64. Der Bildsensor 64 erfaßt dabei ein bestimmtes Gesichtsfeld der Objektszene. Bilddaten des Bildsensors 64 werden über eine Verbindung 68 auf eine Bildverarbeitung 70 aufgeschaltet. Die Bildverarbeitung 70 liefert ihrerseits Steuersignale für die Verstärkungssteuerung des Bildsensors 64 an die elektro-optische Baugruppe 16. Das ist durch die Verbindung 72 dargestellt. Die Bildverarbeitung 70 liefert an einem Ausgang 74 die Zielposition im Gesichtsfeld der elektro-optischen Sensorbaugruppe 16, d.h. die Zielablage von einem Referenzpunkt in diesem Gesichtsfeld.

Durch einen Block ist ein Rechner 76 zum Berechnen eines "Sucher-Referenzsystems" dargestellt. Dieser Rechner 76 erhält die Inertialdaten von der Sensor-Signalverarbeitung 56 an deren Ausgang 62, die Rahmenposition von dem Nickrahmen-Abgriff 28 und dem Rollrahmen-Abgriff 34, die in Fig.3 durch einen Ausgang 78 dargestellt sind, und die Zielposition oder Zielablage vom Ausgang 74 der Bildverarbeitung.

Der Rechner 76 berechnet aus den zugeführten Daten ein Sucher-Referenzsystem, das inertial stabilisiert, also von den Bewegungen des Flugkörpers und der Sucherbaugruppe 16 im inertialen Raum entkoppelt ist. Eine Achse, die x-Achse, des Sucher-Referenzsystems wird dem Ziel nachgeführt. Die inertielle Rollgeschwindigkeit des Referenzsystems ist null.

Mit 80 ist eine Schaltung zur Erzeugung von Rahmenpositionier-Kommandos für die Rahmenpositionierung, also für die Ansteuerung der Stellmotoren 36 und 38, bezeichnet. Die Schaltung 80 erhält Daten von dem Rechner 76 über dessen Ausgang 82. Die Schaltung 80 gibt die Rahmenpositionier-Kommandos über einen Ausgang 84 als Führungsgrößen auf einen Positionier-Regler 86. Der Positionier-Regler 86 erhält außerdem Istwerte der Rahmenwinkel als Rahmenposition vom Ausgang 78 der Roll-Nick-Rahmenanordnung 55 über einen Eingang 88. Der Positionier-Regler 86 gibt Stellsignale über eine

Verbindung 90 als Stellmomente auf die Stellmotoren (Torquer) 36 und 38 der Nick-Roll-Rahmenanordnung 55.

Über einen Ausgang 92 erhält die Bildverarbeitung von dem Rechner 76 Informationen über die Ausrichtung der Sucherbaugruppe 16.

An einem Ausgang 94 der Bildverarbeitung und einem Ausgang 96 des Rechners 76 werden Lenkinformationen zur Lenkung des Flugkörpers erhalten.

Der Flugkörper bewegt sich im inertialen Raum. Der Flugkörper kann dabei Nick- Gier- und Rollbewegungen gegenüber dem inertialen Raum ausführen. In der beschriebenen Anordnung sind nun verschiedene Koordinatensysteme definiert. Ein inertiales Koordinatensystem ist im inertialen Raum raumfest, jedenfalls was die Richtungen der Koordinatenachsen angeht. Dieses Koordinatensystem ist durch einen Index "i" gekennzeichnet.

Ein zweites Koordinatensystem ist flugkörperfest (oder suchkopffest). Der Koordinatenursprung des flugkörperfesten Koordinatensystems liegt im Schnittpunkt der Roll- und Nickachse 24 bzw. 20 des Suchkopfes 14. Das flugkörperfeste oder suchkopffeste Koordinatensystem ist durch einen Index "s" gekennzeichnet. Die x_s -Achse liegt in Richtung der Flugkörper-Längsachse, die mit der Rollachse 24 zusammenfällt. Die y_s -Achse verläuft senkrecht dazu nach oben in Fig.2. Die z_s -Achse ist senkrecht zu den beiden anderen Achsen senkrecht zu der Papierebene in Fig.2.

Ein drittes Koordinatensystem ist fest in bezug auf die optoelektronische Sucherbaugruppe 16. Das Koordinatensystem ist durch einen Index "h" gekennzeichnet. Die x_h -Achse verläuft längs der optischen Achse des abbildenden optischen Systems und durch die Mitte des Bildsensors 64. Diese x_h -Achse stellt somit die Mitte des von der Sucherbaugruppe 16 erfaßten Gesichtsfeldes dar. Die y_h -Achse fällt mit der Nickachse 20

zusammen, um die der Nickrahmen im Rollrahmen gelagert ist. Die z_h -Achse verläuft senkrecht zu den beiden anderen Achsen. In der Darstellung von Fig.2 "sieht" die Sucherbaugruppe genau nach vorn. Dann fallen die "s"- und die "h"-Koordinatensysteme zusammen. Wenn aber der Rollrahmen 22 aus der dargestellten Lage um die Rollachse 24 verdreht wird, dann bilden die y_s -Achse und die y_h -Achse ebenso wie die z_s -Achse und die z_h -Achse einen Winkel. Bei einer Drehung des Nickrahmens 18 um die Nickachse 20 bilden die x_s -Achse und die x_h -Achse einen Winkel. Der Koordinatenursprung des h-Koordinatensystems liegt ebenfalls im Schnittpunkt der Nick- und Rollachsen 20 bzw. 22.

Ein viertes Koordinatensystem ist das erwähnte Sucher-Referenzsystem. Dieses Sucher-Referenzsystem wird durch den Index "r" gekennzeichnet. Der Koordinatenursprung des Sucher-Referenzsystems fällt wieder mit dem Schnittpunkt der Nick- und Rollachsen 20 und 24 zusammen. Die x_r -Achse wird dem Ziel nachgeführt. Die y_r -Achse und die z_r -Achse sind zu der x_r -Achse und zueinander senkrecht. Das Sucher-Referenzsystem ist inertial stabilisiert und von den Bewegungen des Flugkörpers, also des s-Koordinatensystems, und der Sucherbaugruppe 16, also des h-Koordinatensystems, entkoppelt. Die inertielle Rollgeschwindigkeit des Sucher-Referenzsystems, also die Drehrate des Sucher-Referenzsystems um die x_s -Achse in dem inertialen Koordinatensystem, ist null.

Die Messung der Zielposition mittels der Sucherbaugruppe 16 und des Bildsensors 64 erfolgt zunächst in dem h-Koordinatensystem. Die Messung der Drehraten mittels der Kreisel 50 und 52 erfolgt in dem flugkörperfesten s-Koordinatensystem. Die Koordinatentransformation zwischen den Koordinatensystemen erfolgt mittels der Richtungskosinus-Matrizen. Diese sind mit C mit einem unteren und einem oberen Index bezeichnet. Die Indices geben dabei an, zwischen welchen Koordinatensystemen die Transformation erfolgt.

SECRET

GEHEIM
amtlich geheimgehalten

Fig.4 zeigt die Nachführschleife, welche das gerechnete Referenz-Koordinatensystems (r) dem Ziel nachführt. Die Nachführschleife erhält an Eingängen 100 und 102 die Zielkoordinaten y und z von der Bildverarbeitung 70 (Fig.3) im h-Koordinatensystem der Sucherbaugruppe 16. Die Zielkoordinaten werden mit einer Abtastfrequenz den Systemerfordernissen angepaßten Bildfrequenz abgetastet. Das ist durch die Schalter 98 angedeutet. Die Zielkoordinaten ξ_y und ξ_x werden in das Sucher-Referenzsystem transformiert. Das geschieht mittels der Richtungskosinus-Matrix C_h^r für die Transformation aus dem h-Koordinatensystem in das r-Koordinatensystem. Die Richtungskosinusmatrix C_h^r ergibt sich als Produkt der Richtungskosinusmatrix C_s^r für die Transformation aus dem flugkörperfesten s-Koordinatensystem in das Sucher-Referenzsystem (r) und der Richtungskosinusmatrix C_h^s für die Transformation aus dem h-Koordinatensystem der Sucherbaugruppe und dem flugkörperfesten s-Koordinatensystem. Diese Transformation ist in Fig.4 durch einen Block 104 dargestellt. Der in dem h-Koordinatensystem durch die Bildverarbeitung 70 bestimmte Sichtlinien-Einheitsvektor wird durch die Transformation in das Sucher-Referenzsystem (r) transformiert.

Mit 106 ist ein Kalman-Filter vierter Ordnung bezeichnet. Das Kalman-Filter 106 liefert als Zustandsvektor an Ausgängen 108, 110, 112 und 114 Schätzwerte für die Zielposition und die Sichtlinien-Drehrate in dem Sucher-Referenzsystem. Aus den Schätzwerten der Zielposition und den Schätzwerten der Sichtlinien-Drehrate aus einem Takt werden durch eine Prädiktions-Stufe 116 Schätzwerte für die prädizierte Zielposition im nächstfolgenden Takt gebildet. Diese prädizierten Schätzwerte der Zielposition werden in Summierungspunkten 118 und 120 mit der in dem nächstfolgenden Takt gemessenen und transformierten Zielposition verglichen. Die Differenzen der Komponenten bilden die Eingänge des Kalman-Filters 106.

Das Kalman-Filter 106 liefert Schätzwerte für die Zielposition im Sucher-Referenzsystem. Das sind die Regelabweichungssignale eines Nachführ-Regelkreises, durch welchen das Sucher-Referenzsystem dem Ziel nachgeführt wird. Die Regelabweichungssignale liefern mit der Regelkreis-Verstärkung K , dargestellt durch Blöcke 122 und 124 Drehraten des Sucher-Referenzsystems um seine Nick- und Gierachsen y bzw. z . Bei getakteter Aufschaltung der Drehraten in festen Zeitabständen, was durch Blöcke 126 und 128 dargestellt ist, ergeben sich an Ausgängen 130 bzw. 132 in jedem Takt Winkelinkremente $\Delta\sigma_y$ bzw. $\Delta\sigma_z$.

Das Kalman-Filter 106 liefert weiterhin Schätzwerte für die Drehraten der Sichtlinie $\hat{\sigma}_y^r$ und $\hat{\sigma}_z^r$ im Sucher-Referenzsystem (r). Durch eine Richtungskosinusmatrix C_r^s , dargestellt durch einen Block 134, werden diese Drehraten in das flugkörperfeste s -Koordinatensystem transformiert. Diese Drehraten $\hat{\sigma}_{ys}$ und $\hat{\sigma}_{zs}$ stehen an Ausgängen 136 bzw. 138 zur Verfügung.

Fig.5 ist ein Funktionsschaltbild und zeigt die Bestimmung der Richtungskosinusmatrizen aus den Kreissignalen.

Die Inertialsensor-Baugruppe 48 liefert Drehraten p , q und r um drei zueinander orthogonale Achsen. Die Drehraten des Flugkörpers um diese drei Achsen werden mit einer relativ hohen, den dynamischen Anforderungen der Flugkörperdynamik angepaßten Frequenz abgetastet. Das ist durch die Schalter 140 in Fig.5 dargestellt. Dadurch ergeben sich Winkelinkremente $\Delta\phi_x$, $\Delta\phi_y$ und $\Delta\phi_z$. Die Winkelinkremente sind auf eine Schaltung 142 zur Bildung eines Quaternion dritter Ordnung (einschließlich Normierung) aufgeschaltet. Die Schaltung 142 liefert vier Größen l_0 , l_1 , l_2 und l_3 . Diese Größen dienen zur Aktualisierung der Richtungskosinus-Matrix C_s^i für die Transformation von Vektoren aus dem flugkörperfesten s -Koordinatensystem in das inertielle Koordinatensystem (i). Das ist durch einen Block 144 symbolisiert. Der Block 144 liefert an einem Ausgang 146 die Richtungskosinus-Matrix C_s^i .

Die Winkelinkremente $\Delta\phi_x$, $\Delta\phi_y$ und $\Delta\phi_z$ sind auf einen Funktionsblock 148 aufgeschaltet. Der Funktionsblock 148 erhält außerdem von den Ausgängen 130 und 132 des Nachführ-
 5 Regelkreises (Fig.4) die Winkelinkremente zur Nachführung des Sucher-Referenzsystems (r). Der Funktionsblock 148 erzeugt daraus an Ausgängen 149, 150 und 152 Inkremente $\Delta\lambda_{zr}$, $\Delta\lambda_{yr}$ und $\Delta\lambda_{xr}$ der "Rahmenwinkel" zwischen dem Sucher-Referenzsystem und dem Flugkörper. Diese Inkremente werden durch Summierer 153,
 10 154 bzw. 156 aufsummiert und liefern Rahmenwinkel λ_{xr} , λ_{yr} bzw. λ_{zr} . Die Rahmenwinkel λ_{yr} und λ_{zr} stehen an Ausgängen 158 bzw. 160 zur Verfügung.

Die Rahmenwinkel λ_{xr} , λ_{yr} und λ_{zr} sind außerdem auf einen Funktionsblock 162 aufgeschaltet, wie durch die Verbindungen 163, 164 und 166 dargestellt ist. Der Funktionsblock 162 bewirkt eine Aktualisierung der Richtungskosinus-Matrix C_r^s für die Transformation von dem Sucher-Referenzsystem (r) in das flugkörperfeste s-Koordinatensystem. Der Funktionsblock
 20 162 liefert an einem Ausgang 168 diese Richtungskosinus-Matrix C_r^s . Die Richtungskosinus-Matrix C_r^s ist einmal über einen Eingang 170 auf den Funktionsblock 148 aufgeschaltet. Zum anderen steht die Richtungskosinus-Matrix C_r^s an einem Ausgang 172 zur Verfügung.

Fig.6 zeigt den Regelkreis für den Schielwinkel sowie eine Logik zur Begrenzung der Stellsignale im Bereich der "Rahmensperre". Das Funktionsschaltbild von Fig.6 entspricht der Schaltung 80 und dem Positionier-Regler 86 von Fig.3.

Der Positionier-Regler 86 von Fig.6 erhält den Rollwinkel λ_x des Rollrahmens 22 von dem Rollrahmen-Abgriff 34 und den Nickwinkel λ_y des Nickrahmens 18 von dem Nickrahmen-Abgriff 28. Diese Rahmenwinkel liegen an Eingängen 174 bzw. 176 des
 35 Funktionsschaltbildes von Fig.6.

Ein Funktionsblock 178 erhält einmal über einen Eingang 180 und eine Verbindung 182 die Richtungskosinus-Matrix C_r^s für die Transformation aus dem Sucher-Referenzsystem in das flugkörperfeste s-Koordinatensystem. Diese Richtungskosinus-Matrix C_r^s wird am Ausgang 172 von Fig.5 erhalten. Außerdem erhält der Funktionsblock 178 über einen Eingang 184 den tatsächlich am Rollrahmen-Abgriff 34 gemessenen Rollwinkel des Rollrahmens 22. Aus diesen Daten bestimmt der Funktionsblock 178 Positionier-Kommandos oder Führungsgrößen λ_{yc} und λ_{xc} für die Rahmenwinkel λ_y und λ_x . Diese Positionier-Kommandos kommandieren solche Positionen der Rahmen, daß das die x_r -Achse des Sucher-Referenzsystems und damit die Sucherbaugruppe 16 auf das Ziel ausgerichtet werden. In einem Summierpunkt 186 wird das Positionier-Kommando oder die Führungsgröße λ_{xc} , die von dem Funktionsblock 178 geliefert wird, mit dem tatsächlichen Rollwinkel λ_x verglichen, der von dem Rollrahmen-Abgriff 34 gemessen wird. In einem Summierpunkt 188 wird das Positionier-Kommando oder die Führungsgröße λ_{yc} , die von dem Funktionsblock 178 geliefert wird, mit dem tatsächlichen Rollwinkel λ_y verglichen, der von dem Nickrahmen-Abgriff 28 gemessen wird.

Die Regelabweichung wird mit einem Faktor K_{1x} multipliziert. Das ist durch Block 190 dargestellt. Der so multiplizierten Regelabweichung wird in einem Summierpunkt 192 eine kommandierte Zeitableitung $\dot{\lambda}_{xc}$ des Rollwinkels λ_x , multipliziert mit einem Faktor K_{2x} , überlagert. Der Faktor K_{2x} ist durch einen Block 194 dargestellt. Das so erhaltene Signal wird in einem Begrenzer 196 einer Begrenzung auf einen Wert von $\lambda_{xc \max}$ unterworfen. Die Größe dieses Wertes wird in noch zu beschreibender Weise von einer Logik 198 bestimmt. Dem Ausgang des Begrenzers 196 wird in einem Summierpunkt 200 die gemessene Zeitableitung $\dot{\lambda}_x$ des Rollwinkels λ_x , multipliziert ebenfalls mit einem Faktor K_{2x} , mit negativem Vorzeichen überlagert. Dieser Faktor K_{2x} ist durch einen Block 202 dargestellt. Die Differenz liefert mit einem Faktor $1/K_{Tx}$, dargestellt durch einen Block 204 den Strom i_{Tx} für den

Stellmotor 38. Der Strom i_{Tx} wird einer Begrenzung durch einen Begrenzer 206 unterworfen. Der Stellmotor oder Drehmomenterzeuger (Torquer) 34 liefert dann mit einem Faktor K_{Tx} ein Drehmoment T_x^s . Das ist ein Drehmoment um die Rollachse x_s in dem flugkörperfesten s-Koordinatensystem. Der Faktor K_{Tx} ist durch einen Block 208 dargestellt.

Ähnlich ist der Regelkreis 210 für die Nickachse aufgebaut. Der Regelkreis 210 liefert ein Drehmoment T_y^h um die Nickachse 20. Die Nickachse 20 und das Drehmoment sind in dem h-Koordinatensystem definiert.

Der Begrenzungs-Wert $\lambda_{xc \max}$, auf den der Begrenzer 196 die Signale begrenzt, ist durch die Logik 198 veränderbar. Die Logik 198 nimmt eine Fallunterscheidung vor und verändert den Begrenzungs-Wert nach bestimmten Kriterien.

Die Anordnung von Fig.6 erhält einen Vektor $\underline{\omega}_r^s$, welcher der Drehrate des Sucher-Referenzsystems im flugkörperfesten s-Koordinatensystem entspricht. Wenn man davon ausgeht, daß durch den Nachführ-Regelkreis (Fig.4) die x_r -Achse des Sucher-Referenzsystems ständig auf das Ziel ausgerichtet bleibt, dann entspricht der Vektor $\underline{\omega}_r^s$ der Sichtlinien-Drehrate relativ zum Flugkörper. Schätzwerte der Komponenten dieses Vektors erscheinen an den Ausgängen 136 und 138 von Fig.4. Diese Sichtlinien-Drehrate $\underline{\omega}_r^s$ wird in einem Summierpunkt 212 mit der Drehrate $\underline{\omega}_m$ mit den Komponenten p_m, q_m, r_m des Flugkörpers im inertialen Raum verglichen. Die Differenz ist $\Delta \omega$. Diese Differenz ist die Sichtlinien-Drehrate gegenüber dem Flugkörper. Von der Differenz $\Delta \omega$ der Drehraten wird der Absolutbetrag gebildet. Das ist in Fig.6 durch einen Block 214 dargestellt. Der Absolutbetrag der Differenz der Drehraten wird durch ein Filter 216 gefiltert. Die Größe dieses gefilterte Absolutbetrages $|\Delta \omega|_F$ dient als ein Kriterium für die Logik 198.

Aus der am Eingang 180 eingegebenen Richtungskosinus-Matrix C_p^s wird durch einen Funktionsblock 218 der Nickwinkel λ_{yr} des Nickrahmens 18 bei Ausrichtung der Sucherbaugruppe 16 nach dem Sucher-Referenzsystem ermittelt. Die Größe dieses Nickwinkels dient als ein weiteres Kriterium für die Logik 198.

Ein drittes Kriterium ergibt sich aus der Zielablage ε_z senkrecht zur Nickachse in dem h-Koordinatensystem, die durch die Bildverarbeitung 70 geliefert wird.

Die Logik ist in Fig.6 schematisch durch Schalter repräsentiert, welche durch die verschiedenen Eingangsgrößen betätigt werden. Ein Steuersignal liegt am Ausgang 220 des Funktionsblocks 212 an. Dieses Steuersignal aktiviert über verschiedene, von den Eingangsgrößen gesteuerte Schalter Funktionsblöcke 222, 224 oder 226. Die Funktionsblöcke 222, 224 und 226 bestimmen die Begrenzer-Werte des Begrenzers 196.

Die relative Drehrate der Sichtlinie, absolut genommen und gefiltert, steuert einen Schalter 228 zwischen zwei Schaltstellungen. Der Schalter 228 befindet sich in seiner in Fig.6 oberen Schaltstellung, wenn die relative Drehrate $< 60^\circ/s$, also größer als ein Winkelgeschwindigkeits-Schwellwert, ist. Der Schalter 228 befindet sich in seiner unteren Schaltstellung, wenn die relative Drehrate $> 60^\circ/s$, also kleiner als der Winkelgeschwindigkeits-Schwellwert, ist.

Der Nickwinkel λ_{yr} steuert einen Schalter 230 zwischen drei Schaltstellungen: Wenn der Nickwinkel $\lambda_{yr} > 5^\circ$, also größer als ein oberer Nickwinkel-Schwellwert, ist, ist der Schalter 230 in seiner in Fig.6 unteren Stellung. In diesem Fall ist das Steuersignal vom Ausgang 220 unmittelbar auf den Funktionsblock 222 geschaltet. Wenn der Nickwinkel $\lambda_{yr} < 0,05^\circ$ ist, also kleiner als ein unterer Nickwinkel-Schwellwert, dann befindet sich der Schalter 230 in einer mittleren Stellung in Fig.6. In diesem Fall ist das Steuersignal vom Ausgang 220

unmittelbar auf den Funktionsblock 224 geschaltet und dieser aktiviert. Wenn $0.05^\circ < \lambda_{yr} < 5^\circ$ ist, der Nickwinkel also zwischen dem unteren und dem oberen Nickwinkel-Schwellwert liegt, dann befindet sich der Schalter 230 in seiner in Fig.6 oberen Stellung. In diesem Fall ist der Kontaktarm des Schalters 230 über Verbindung 232 mit dem Kontaktarm des Schalters 228 verbunden. In diesem Fall wird die Schaltstellung des Schalters 228 bedeutungsvoll. In der unteren Stellung des Schalters 228 wird über eine Verbindung 234 der Funktionsblock 222 aktiviert. In der oberen Stellung des Schalters 228 wird über eine Verbindung 236 das Steuersignal auf den Kontaktarm eines weiteren Schalters 238 aufgeschaltet.

Der weitere Schalter 238 wird von der Zielablage z gesteuert. Die Zielablage ε_z liegt von der Bildverarbeitung her an einem Eingang 240 des Funktionsschaltbildes an. Auch hier wird der Absolutbetrag $|\varepsilon_z|$ der Zielablage gebildet. Das ist durch einen Block 242 dargestellt. Der Schalter 238 kann in drei Stellungen geschaltet werden. Der Schalter 238 befindet sich in einer in Fig.6 unteren Stellung, wenn die Zielablage $|\varepsilon_z| < 0,1^\circ$, also kleiner als ein unterer Zielablage-Schwellwert ist. In diesem Falle wird das Steuersignal, sofern die Schalter 230 und 228 in ihren oberen Stellungen sind, über eine Verbindung 244 auf den Funktionsblock 224 aufgeschaltet und aktiviert diesen. Der Schalter 238 ist in seiner in Fig.6 oberen Stellung, wenn die Zielablage $|\varepsilon_z| > 1,4^\circ$, also größer als ein oberer Zielablage-Schwellwert ist. In diesem Fall wird über eine Verbindung 246 der Funktionsblock 222 aktiviert, wieder sofern die Schalter 230 und 228 in ihren oberen Stellungen sind. Wenn aber $0,1^\circ < |\varepsilon_z| < 1,4^\circ$ ist, also die Zielablage zwischen dem unteren und dem oberen Schwellwert liegt, dann befindet sich der Schalter 238 in seiner Mittelstellung. In diesem Fall wird, sofern die Schalter 230 und 228 in ihren oberen Stellungen sind, der Funktionsblock 226 angesteuert. Auf den

Funktionsblock ist auch der Absolutbetrag der Zielablage von Block 242 unmittelbar aufgeschaltet.

5 Funktionsblock 222 begrenzt die Signale auf den Wert der maximal möglichen oder zulässigen Stellgeschwindigkeit des Roll-Stellmotors 38. Bei Aktivierung dieses Funktionsblocks 222 tritt somit praktisch keine Begrenzung der Roll-Stellgeschwindigkeit ein. Die Situation ist dann für die Rollachse die gleiche wie für die Nickachse. Bei Aktivierung
10 des Funktionsblocks 224 wird der Begrenzer-Wert $\lambda_{xc \max} = 0$. Es wird keine Rollgeschwindigkeit kommandiert. Der Rollrahmen 22 bleibt in seiner Stellung stehen. Bei Aktivierung des Funktionsblocks 226 verändert sich der Begrenzer-Wert $\lambda_{xc \max}$
15 in einem Bereich zwischen dem unteren und dem oberen Zielablage-Schwellwert progressiv zwischen null und $\lambda_{x \max}$.

Die beschriebene Logik arbeitet wie folgt:

20 Die Nachführung der Sucherbaugruppe 16 um die Rollachse 24 erfolgt in normaler Weise, wobei das Positionier-Kommando nur durch die maximale Stellgeschwindigkeit des Stellmotors 38 begrenzt ist, wenn der Rahmenwinkel λ_{yr} der Nickachse 20 einen oberen Schwellwert von z.B. 5° überschreitet. In diesem Fall ist das Ziel hinreichend weit von der Rollachse 24 entfernt,
25 liegt also außerhalb der Singularität. Wenn der Rahmenwinkel der Nickachse 20 zwischen dem oberen und einem unteren Schwellwert liegt, dann wird geprüft, ob sich das Ziel relativ zum Flugkörper schnell oder langsam bewegt. Bei einer schnellen Bewegung, wenn also der Absolutbetrag der relativen
30 Winkelgeschwindigkeit $|\Delta\omega|$ größer als der Schwellwert ist, muß auch in diesem Fall eine Nachführung in üblicher Form erfolgen. Das gleiche gilt bei einer großen Zielablage im Gesichtsfeld der Sucherbaugruppe 16. Dadurch wird einem Zielverlust entgegengewirkt.

35 Wenn jedoch der Rahmenwinkel der Nickachse kleiner ist als ein unterer Schwellwert von z.B. $0,05^\circ$, wenn also das Ziel ganz

nahe an der Rollachse 24 liegt, dann ist es besser, den Rollwinkel λ_x unverändert zu lassen. Die Gefahr eines Zielverlustes, d.h. eines Auswanderns des Zieles aus dem Gesichtsfeld der Sucherbaugruppe 16 ist dann gering. Der Rollwinkel λ_x wird auch unverändert gelassen, wenn der kommandierte Rahmenwinkel λ_{yc} der Nickachse 20 größer als der untere Schwellwert aber kleiner als der obere Schwellwert ist, der Absolutbetrag der relativen Winkelgeschwindigkeit klein ist und auch die Zielablage klein ist. In diesem Fall liegt das Ziel im wesentlichen in der Mitte des Gesichtsfeldes der Sucherbaugruppe 16 und das Ziel bewegt sich relativ zum Flugkörper nur relativ langsam. Der Rahmenwinkel λ_{yc} der Nickachse 20 liegt in einem mittleren Bereich. Auch hier ist die Gefahr eines Zielverlustes gering.

Wenn schließlich der kommandierte Rahmenwinkel λ_{yc} der Nickachse 20 im mittleren Bereich zwischen den Schwellwerten liegt, die relative Winkelgeschwindigkeit $|\Delta\omega|$ klein ist und auch die Zielablage ε_z im mittleren Bereich zwischen dem unteren und dem oberen Schwellwert liegt, dann ergibt sich ein Positionier-Kommando um die Rollachse 24, das nach einer progressiven Funktion in dem Wertebereich von dem unteren bis zu dem oberen Zielablage-Schwellwert von der Zielablage abhängt. Die Funktion steigt von null bis zu der maximalen Stellgeschwindigkeit an.

Ein Funktionsblock 250 erhält an Eingängen 252 und 254 die kommandierten Rahmenwinkel, nämlich den Rollwinkel λ_{xc} und den Nickwinkel λ_{yc} von dem Funktionsblock 178. Der Funktionsblock 250 erhält weiter die relative Drehrate $\Delta\omega$ der Sichtlinie, sofern nicht ein kritischer Zustand im Bereich der Singularität um die Rollachse herum vorliegt. Das ist durch einen Schalter 256 angedeutet. Der Funktionsblock 250 liefert dann an Ausgängen 258 und 260 die Zeitableitungen der kommandierten Rahmenwinkel λ_{xc} und λ_{yc} . Diese sind auf den Regelkreis (unten in Fig. 19) aufgeschaltet.

Zusammenfassung

5 Sucher für zielverfolgende Flugkörper

Ein Sucher für zielverfolgende Flugkörper enthält eine in einer Flugkörper-Struktur (10) über Kardanrahmen (18,22) gelagerte elektro-optische Sucherbaugruppe (16), die auf Zielstrahlung anspricht und Ablagesignale liefert und Stellmittel (36,38) zum Ausrichten der Sucherbaugruppe (16) auf ein Ziel nach Maßgabe von Ablagesignalen. Die elektro-optische Sucherbaugruppe (16) ist nur um eine Rollachse (24) und eine dazu senkrechte Nickachse (20) schwenkbar in der Struktur (10) gelagert. Es sind Abgriffe (28,34) zum Abgreifen der Drehwinkel der Sucherbaugruppe (16) um die Roll- und Nickachse (24 bzw. 20) vorgesehen. Weiterhin ist eine strukturfeste, inertiale Sensoreinheit (48) zur Messung der Drehgeschwindigkeiten um drei zueinander senkrechte Achsen vorgesehen. Die Signale der Sucherbaugruppe (16), der Abgriffe (28,34) und der inertialen Sensoreinheit (48) sind auf einen Rechner (76) aufgeschaltet, durch welchen ein Sucher-Referenzsystem mit drei Freiheitsgraden festlegbar ist, das von den Flugkörper- und Sucherbewegungen entkoppelt ist, dessen Rollbewegung null ist und das einem von der Sucherbaugruppe (16) erfaßten Ziel nachgeführt wird. Der Rechner weist weiterhin Mittel (80) zur Erzeugung von Positionier-Kommandos für die Stellmittel (36,38) nach Maßgabe der Lage des Sucher-Referenzsystems auf. Die Mittel (80) zur Erzeugung der Positionier-Kommandos enthalten dabei eine Logik (198) zur Fallunterscheidung und Auswahl eines von mehreren von speziellen Positionier-Kommandos bei Annäherung des Ziels an die Rollachse.

35 (Fig.3)

Patentansprüche

5

1. Sucher für zielverfolgende Flugkörper mit einer in einer Flugkörper-Struktur (10) über Kardanrahmnen (18,22) gelagerten elektro-optischen Sucherbaugruppe (16), die auf Zielstrahlung anspricht und Ablagesignale liefert und Stellmitteln (36,38) zum Ausrichten der Sucherbaugruppe (16) auf ein Ziel nach Maßgabe von Ablagesignalen,

dadurch gekennzeichnet, daß

15

- (a) die elektro-optische Sucherbaugruppe (16) nur um eine Rollachse (24) und eine dazu senkrechte Nickachse (20) schwenkbar in der Struktur (10) gelagert ist,

20

- (b) Abgriffe (28,34) zum Abgreifen der Drehwinkel der Sucherbaugruppe (16) um die Roll- und Nickachse (24 bzw. 20) vorgesehen sind,

25

- (c) eine strukturfeste, inertielle Sensoreinheit (48) zur Messung der Drehgeschwindigkeiten um drei zueinander senkrechte Achsen vorgesehen ist,

30

- (d) die Signale der Sucherbaugruppe (16), der Abgriffe (28,34) und der inertialen Sensoreinheit (48) auf einen Rechner (76) aufgeschaltet sind, durch welchen ein Sucher-Referenzsystem mit drei Freiheitsgraden festlegbar ist, das

35

- von den Flugkörper- und Sucherbewegungen entkoppelt ist,
- dessen Rollbewegung null ist und

- das einem von der Sucherbaugruppe (16) erfaßten Ziel nachgeführt wird, und

5 (e) der Rechner weiterhin Mittel (80) zur Erzeugung von Positionier-Kommandos für die Stellmittel (36,38) nach Maßgabe der Lage des Sucher-Referenzsystems aufweist.

10 2. Sucher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (80) zur Erzeugung der Positionier-Kommandos eine Logik (198) enthalten zur Fallunterscheidung und Auswahl eines von mehreren von speziellen Positionier-Kommandos bei Annäherung des Ziels an die Rollachse.

15 3. Sucher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß

(a) auf die Logik (198) ein Signal aufgeschaltet ist, das den Absolutbetrag der Winkelgeschwindigkeit des Zieles relativ zu dem Flugkörper darstellt, ein Signal das den Nickwinkel darstellt, und ein Signal, das die Zielablage darstellt,

20 (b) die Logik (198) diese Signale derart verknüpft, daß

- das Positionier-Kommando um die Rollachse nur durch die maximal erreichbare Stellgeschwindigkeit begrenzt ist, wenn

25 -- der Nickwinkel einen oberen Nickwinkel-Schwellwert überschreitet oder

30 -- der Nickwinkel größer als ein unterer Nickwinkel-Schwellwert aber kleiner als der obere Nickwinkel-Schwellwert ist und der Absolutbetrag der relativen Winkelgeschwindigkeit größer als ein Winkelgeschwindigkeits-Schwellwert ist, oder

35 -- die Zielablage größer als ein oberer Zielablage-Schwellwert ist.

GEHEIM
amtlich geheimgehalten

SECRET

3

- das Positionier-Kommando eine Stellgeschwindigkeit null kommandiert, wenn

5 -- der Nickwinkel kleiner als der untere Nickwinkel-Schwellwert ist oder

10 -- der Nickwinkel größer als der untere Schwellwert und kleiner als der obere Schwellwert, der Absolutbetrag der relativen Winkelgeschwindigkeit kleiner als der Winkelgeschwindigkeits-Schwellwert und der Absolutwert der Zielablage kleiner als ein unterer Zielablage-Schwellwert ist, und

15 - das Positionier-Kommando in dem Bereich zwischen unterem und oberem Zielablage-Schwellwert in Abhängigkeit von der Zielablage progressiv ansteigt, wenn

20 -- der Absolutwert der relativen Winkelgeschwindigkeit kleiner als der Winkelgeschwindigkeits-Schwellwert ist und der Absolutwert der Zielablage zwischen dem unteren und dem oberen Zielablage-Schwellwert liegt.

25

30

35

SECRET

GEHEIM

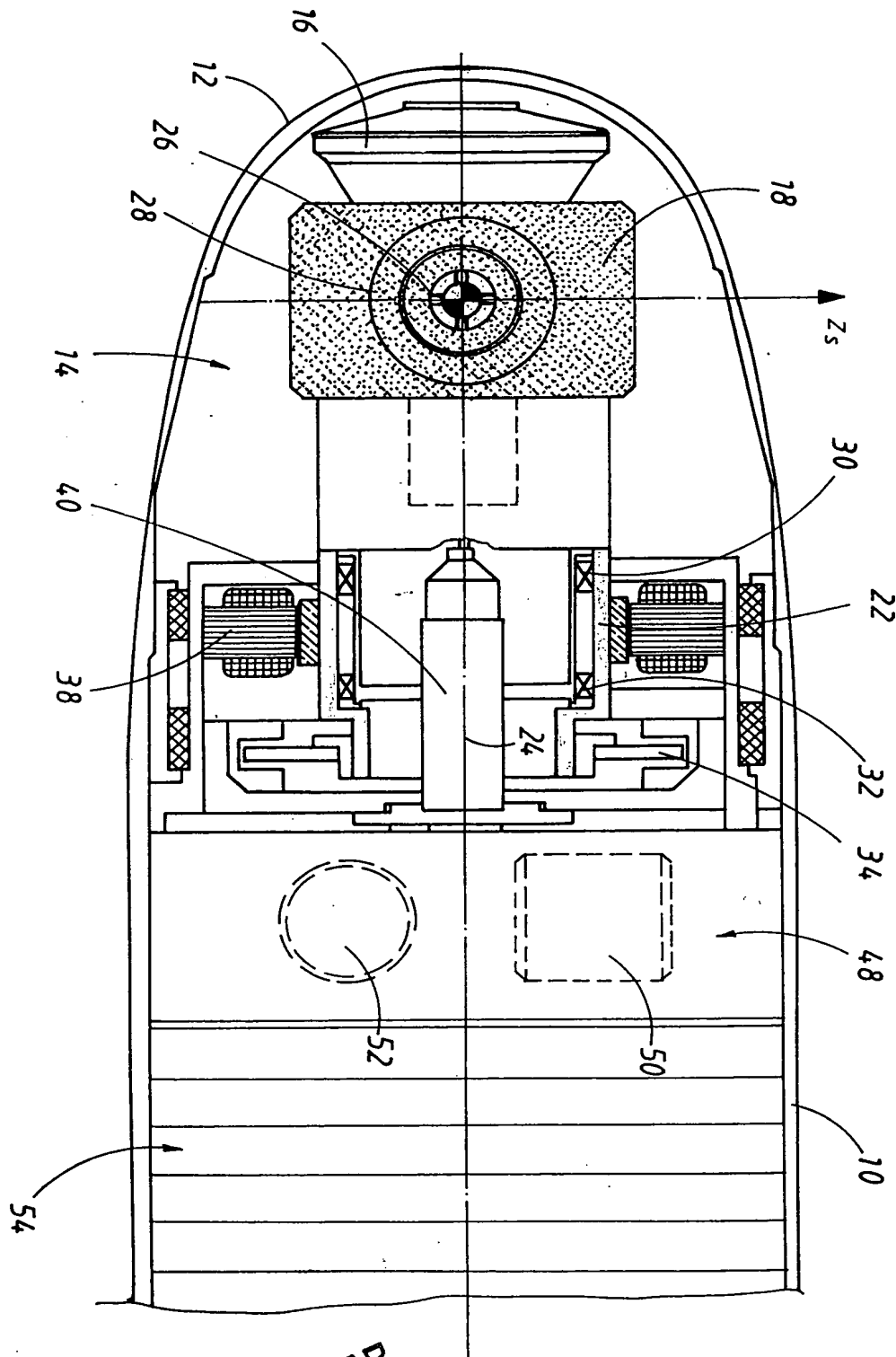
amtlich geheimgehalten

amtlich geheimgehalten

DECLASS
By Licensing & Review

DECLASS
By Licensing & Review
SECRET

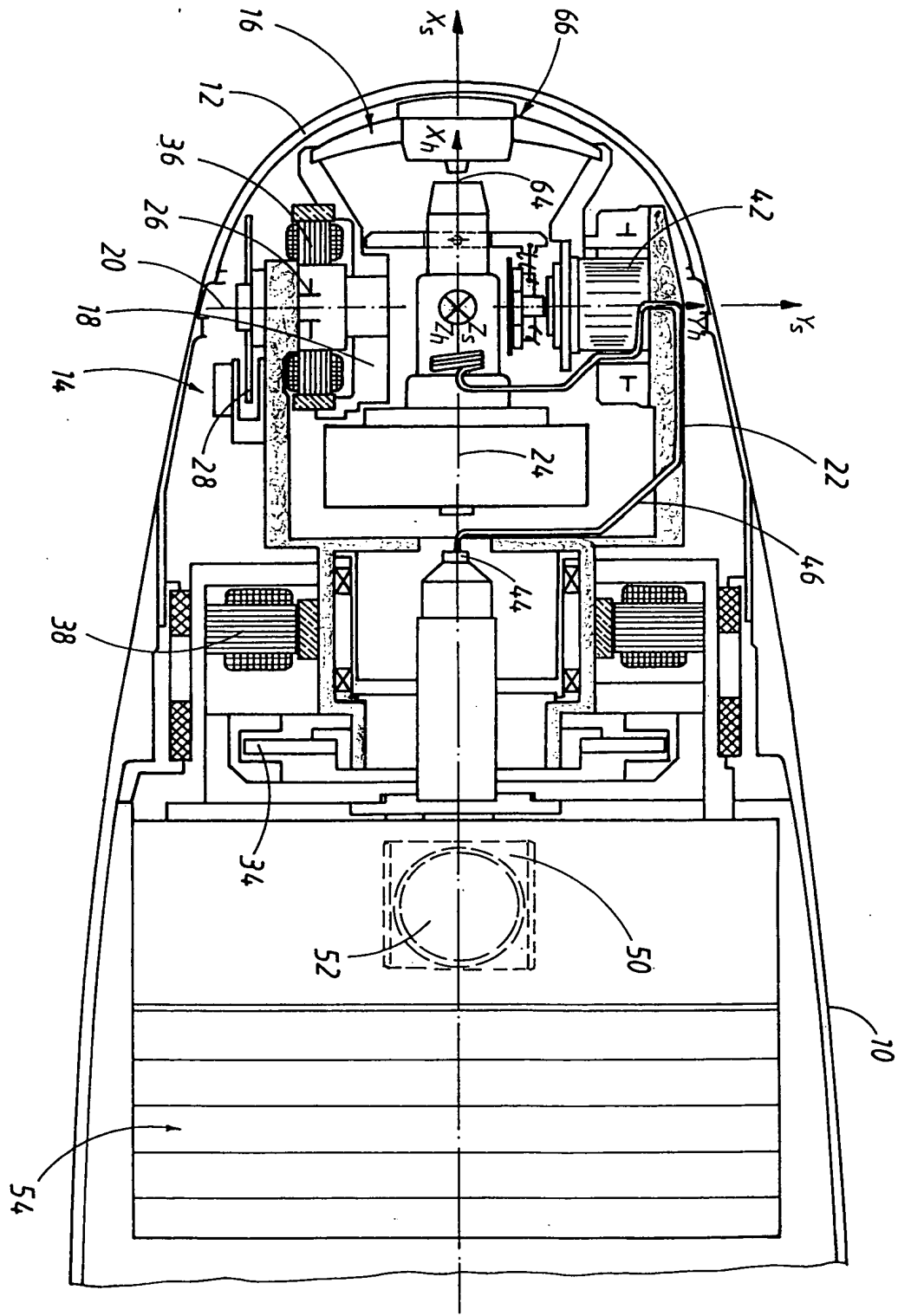
Fig. 1



DECLASS
By Licensing & Review
SECRET

DECLASS
By Licensing & Review
SECRET
amtlich geheimgehalten

Fig. 2





DECLASS
By Licensing & Review
GEHEIM

amtlich geheimgehalten

DECLASS
By Licensing & Review
SECRET

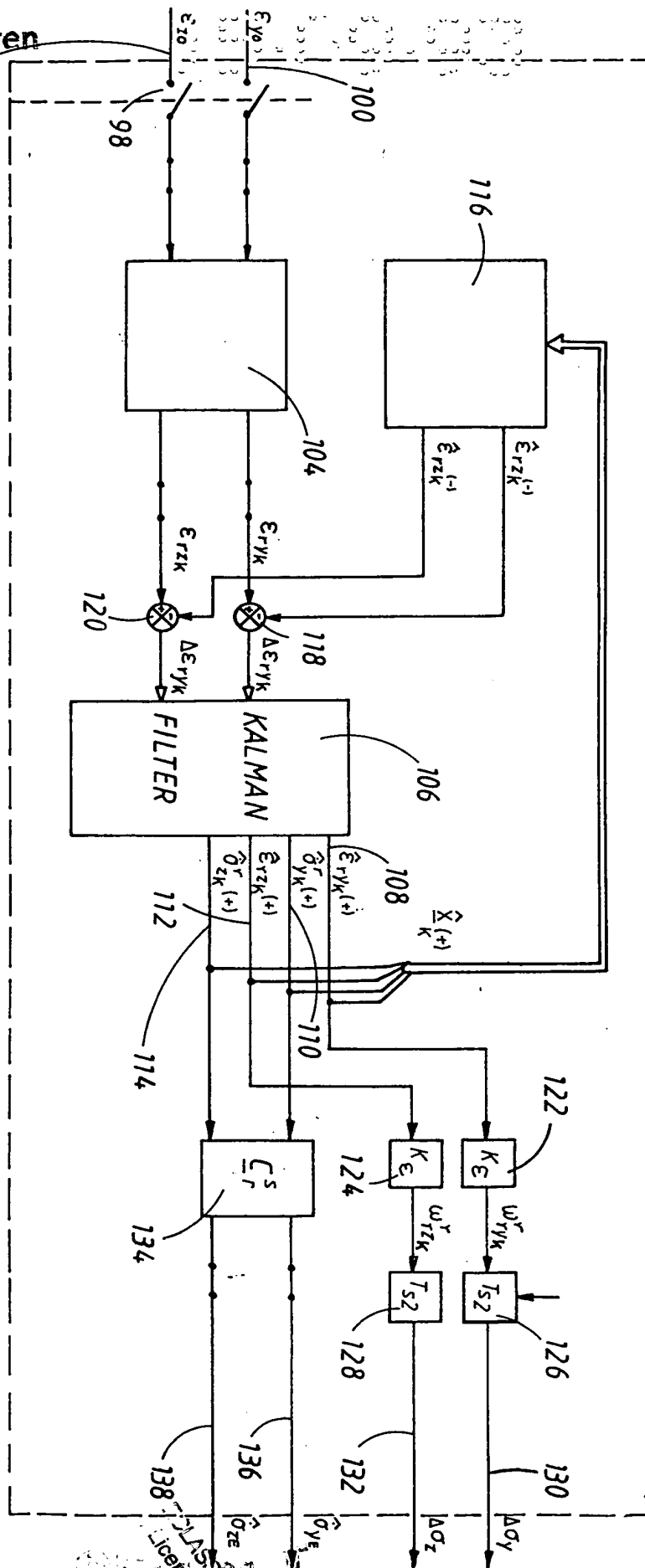


Fig. 4

DECLASS
By Licensing & Review
SECRET

DECLASS
By Licensing & Review
GEHEIM
amtlich geheimgehalten

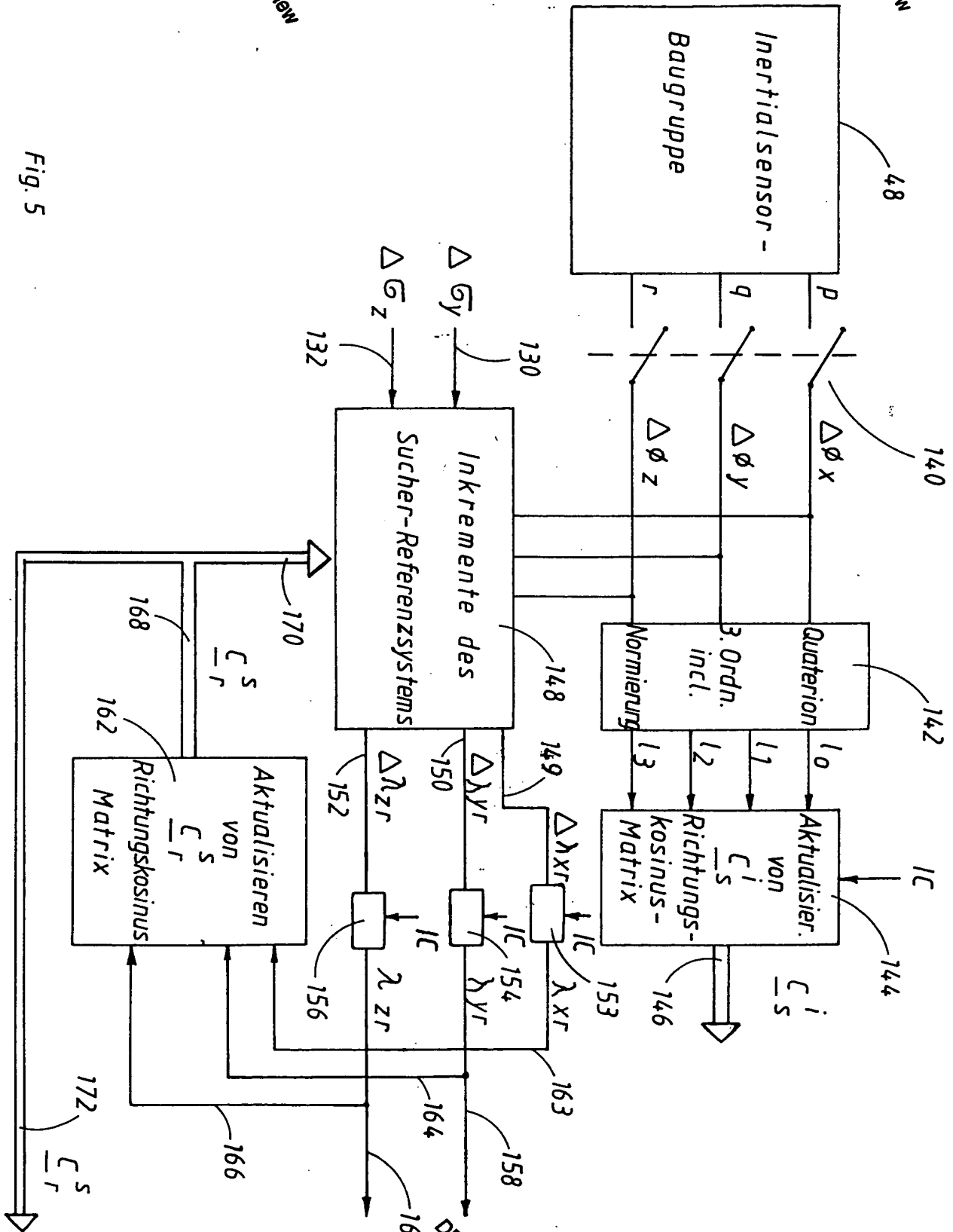


Fig. 5

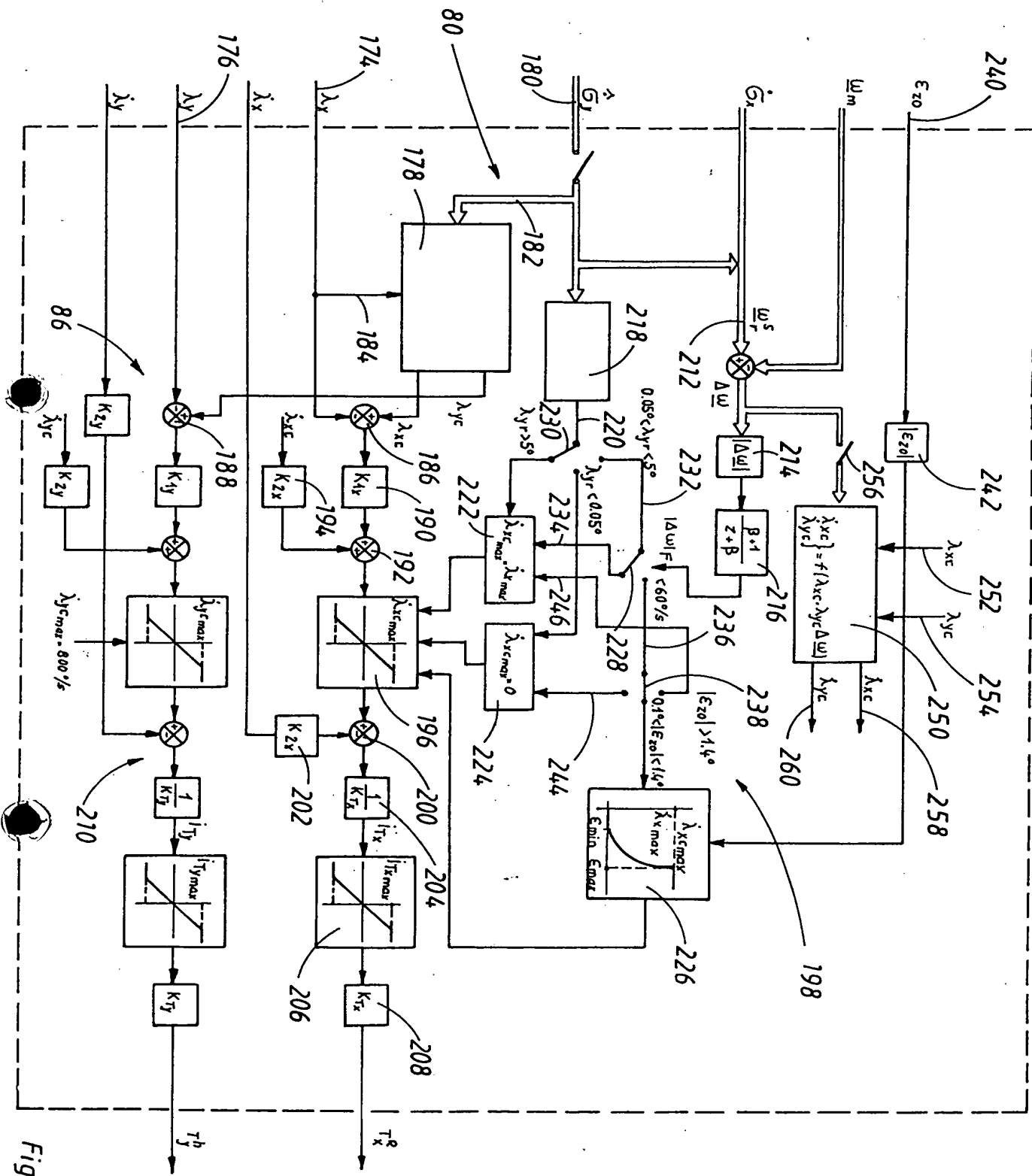


Fig. 6